

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-212316

(43) 公開日 平成7年(1995)8月11日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 10/17 10/16 3/36		4229-5K 9372-5K 9372-5K	H 0 4 B 9/ 00	J U
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-1763

(22) 出願日 平成6年(1994)1月12日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号(72) 発明者 井上 森  
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井出 直孝 (外1名)

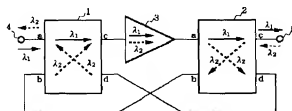
## (54) 【発明の名称】 双方向光増幅装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 一つの光導波路を用いて異なる波長を上り信号および下り信号に割り当てることにより双方向光伝送を行う中継器に利用するものであって、中継器に設ける光増幅器を双方向共通に1個にする。

【構成】 1個の光増幅器3の入力回路および出力回路に、それぞれ波長別に異なる経路の合波および分波を行う四端子光合分波器1、2を1個ずつ用いて、光信号経路を図示のように形成する。

【効果】 中継器の内部に能動回路を1個とすることができ、装置が小型になるとともに、電力供給を小さくでき、全体として経済化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 四つの端子(a, b, c, d)を備えた光合分波器(1, 2)を2個備え、この光合分波器(1, 2)はそれぞれ、第一波長( $\lambda_1$ )については第一端子(a)と第三端子(c)および第二端子(b)と第四端子(d)がそれぞれ導通し、第二波長( $\lambda_2$ )については第一端子(a)と第四端子(d)および第二端子(b)と第三端子(c)がそれぞれ導通する光回路であり、第一の光合分波器(1)の第三端子(c)に入力端子が接続され第二の光合分波器(2)の第一端子(a)に出力端子が接続された一つ的光増幅器(3)を備え、第一の光合分波器(1)の第二端子(b)が第二の光合分波器(2)の第二端子(b)と接続され、第一の光合分波器(1)の第四端子(d)が第二の光合分波器(2)の第四端子(d)と接続され、第一の光合分波器(1)の第一端子(a)が一方向光伝送路の入出力端子(4)となり、第二の光合分波器(2)の第三端子(c)が他方向光伝送路の入出力端子(5)となることを特徴とする双方向光増幅装置。

【請求項2】 前記光合分波器は、マッハツエンタ回路を含む光四端子回路である請求項1記載の双方向光増幅装置。

【請求項3】 前記光合分波器は、第一端子(a)と第三端子(c)および第二端子(b)と第四端子(d)をそれぞれ結合する二本の光導波路と、この二本の光導波路をその途中で結合する方向性結合器とを含む請求項1記載の双方向光増幅装置。

【請求項4】 前記第一波長は複数の波長であり、この波長を短い方から順に $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$ とし、第二波長は複数の波長であり、この波長を短い方から順に $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$ とすると、これらの波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \dots$ は等間隔の周波数の波長である請求項1記載の双方向光増幅装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光通信に利用する。本発明は、方向別に異なる波長を利用して一つの光伝送路(光ファイバ)に双方向の光信号が伝送される波長多重双方向光通信方式の増幅装置として利用する。

## 【0002】

【従来の技術】一つの光伝送路に方向別に異なる波長を用いて双方向光信号を多重する方法は、双方向光伝送路を一つの光ファイバにより実現する最も単純な方法であり、これまでも広く利用されている。今後、通信網から端末に対して一つの光ファイバの導入され、通信網と端末との間で双方向通信を実現する方式として広く利用されるものと考えられている。この方式では、光ファイバの区間が長くなるとその途中に増幅装置を挿入して増幅を行うことが必要になる。

【0003】このための従来例光増幅装置は図1に示すような構成である。すなわち、上り側光伝送路に接続する端子4と下り側光伝送路に接続する端子5との間に図1に示すような装置が挿入され、それぞれ光フィルタ回路11および12により、上り方向の波長( $\lambda_1$ )と下り方向の波長( $\lambda_2$ )とを分別して、それぞれ別の光増幅器13および14により増幅を行い、この増幅器13および14の各出力信号をそれぞれ光フィルタ回路12および11により合波する構成である。ここで、上り側および下り側は便宜上の呼び名であって、例えば新側を上部とし端末側を下部とすると、端末から新へ方向は上り方向となり、新から端末へ方向は下り方向となる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような光増幅装置では、能動回路となる光増幅器13および14が2個必要となる。一般に、光フィルタ回路11または12のような受動回路は信頼性が高くまた安価に提供することができるが、能動回路はエネルギー源となる電力供給回路を必要とし、熱放散のための回路を必要とするなど、おのずと部品数が大きくなるとともに、高い温度で動作することから信頼性が低くなる。また、能動回路は受動回路に比べて高価にならざるを得ない。

【0005】本発明は、このような背景に行われたものであって、能動回路の数を小さくして、装置信頼性を向上するとともに、経済的な装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、波長多重された双方向の信号を一つの中継装置の中では一つの増幅器により共通に増幅することを特徴とする。

【0007】本発明はこのために、四端子光回路である光合分波回路を2個使用する。

【0008】すなわち本発明は、四つの端子(a, b, c, d)を備えた光合分波器(1, 2)を2個備え、この光合分波器(1, 2)はそれぞれ、第一波長( $\lambda_1$ )については第一端子(a)と第三端子(c)および第二端子(b)と第四端子(d)がそれぞれ導通し、第二波長( $\lambda_2$ )については第一端子(a)と第四端子(d)および第二端子(b)と第三端子(c)がそれぞれ導通する光回路である。ここで「導通する」とはそれぞれの端子間に可逆的に光信号が通じていることを意味し、必ずしもその端子間に伝達される信号の損失がほとんどないことを意味するものではない。

【0009】第一の光合分波器(1)の第三端子(c)に出力端子が接続され第二の光合分波器(2)の第一端子(a)に出力端子が接続された一つ的光増幅器(3)を備え、第一の光合分波器(1)の第二端子(b)が第二の光合分波器(2)の第二端子(b)と接続され、第一の光合分波器(1)の第四端子(d)が第二の光合分

波器(2)の第四端子(d)と接続され、第一の光合分波器(1)の第一端子(a)が一方光伝送路の入出力端子(4)となり、第二の光合分波器(2)の第三端子(c)が他方向光伝送路の入出力端子(5)となることを特徴とする。

【0010】上述のような光合分波器は、マッソエンダ回路を含む光四端子回路により実現することができる。またそれ以外にも、第一端子(a)と第三端子(c)および第二端子(b)と第四端子(d)をそれぞれ結合する二本の光導波路と、この二本の光導波路をその途中で結合する方向性結合器とを含む回路により実現することができる。

【0011】上述のような双方向光増幅装置は、より方向および下り方向の信号がそれぞれ複数の波長であり、これらが多重された双方向伝送方式についても一つの増幅器により実現することができる。これは、光合分波器の周期的な波長特性を利用することにより簡単な構成により実現することができる。すなわち、前記第一波長は複数の波長であり、この波長を短い方から順に $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、……とし、第二波長は複数の波長であり、この波長を短い方から順に $\lambda_4$ 、 $\lambda_5$ 、 $\lambda_6$ 、……とすると、これらの波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_5$ 、 $\lambda_6$ 、……は等間隔の周期的な波長とすることができる。

【0012】

【作用】このような構成により、一つの増幅器(3)により双方向の光信号を増幅することができる。この一つの増幅器(3)を通過し増幅される光信号は、上り方向の波長および下り方向の波長( $\lambda_1$ および $\lambda_2$ )をともに含むが、その間で相互干渉が生じることはなく、また増幅器(3)の出力側の信号が入力側に帰還されるような結合は生じることがない。

【0013】光合分波器を、マッソエンダ回路を含む光四端子回路により実現する場合には、その回路構成が単純化される。マッソエンダ回路による光合分波器は波長特性が周期的になるから、複数の周期的な波長を組み合わせて多重する方式にも有用である。また方向性結合器を利用する場合にも光合分波器の構成は単純化される。これも、複数の周期的な波長を組み合わせて多重する方式に有用である。

【0014】

【実施例】図1は本発明実施例装置のブロック構成図である。この図で、端子4は下部側の光伝送路に接続され、端子5は上部側の光伝送路に接続される。この伝送路には上り方向の光信号(波長 $\lambda_1$ )と下り方向の光信号(波長 $\lambda_2$ )とが波長多重されている。すなわち、双方向波長多重方式である。

【0015】ここで本発明の特徴とするところは、二つの光合分波器1および2と、一つの光増幅器3とを利用することにある。すなわち、この光合分波器(1または2)は、図2に示すように、四つの端子(a、b、c、

d)を備え、第一波長( $\lambda_1$ )については第一端子(a)と第三端子(c)および第二端子(b)と第四端子(d)がそれぞれ導通し、第二波長( $\lambda_2$ )については第一端子(a)と第四端子(d)および第二端子(b)と第三端子(c)がそれぞれ導通する光回路である。ここで「導通する」とは可逆的に光信号が通過することを意味し、必ずしも信号損失が小さいことを意味するものではない。光合波回路1または2の各信号通路に信号損失があっても増幅器利得により十分カバーすることができる。

【0016】本発明の装置は、第一の光合分波器1の第三端子(c)に入力端子が接続され第二の光合分波器2の第一端子(a)に出力端子が接続された一つの光増幅器3を備え、第一の光合分波器1の第二端子(b)が第二の光合分波器2の第二端子(b)と接続され、第一の光合分波器1の第四端子(d)が第二の光合分波器2の第四端子(d)と接続され、第一の光合分波器1の第一端子(a)が下部側光伝送路の入出力端子4となり、第二の光合分波器(2)の第三端子(c)が上部側光伝送路の入出力端子5となる。

【0017】このように構成された装置の動作を説明すると、端子4に到来する波長 $\lambda_1$ の光信号は、光合分波器1を端子aから端子cに通過し、光増幅器3で増幅されて光合分波器2の端子aから端子cに通過して端子5に送出される。一方、端子5に到来する波長 $\lambda_2$ の光信号は、光合分波器2を端子cから端子bに通過し、さらに光合分波器1を端子bから端子cに通過し、光増幅器3で増幅され、その出力信号は光合分波器2を端子aから端子dに通過し、さらに光合分波器1を端子dから端子aに通過して端子4に送出される。

【0018】次に、このような光合分波器の構成例を説明する。図3はマッソエンダ回路を含む光四端子回路により実現する場合のブロック構成図である。端子aから端子cに至る1本の光導波路と、端子bから端子dに至るもう1本の光導波路を備え、その途中で2個の方向性結合器21および22によりこの2本の光導波路に伝播される光信号を相互に結合する。ここで、方向性結合器21と同22との間の二つの光導波路の長さ $l_1$ および $l_2$ は異なる。

【0019】このような構成では、端子aから入力された光は方向性結合器21により二つに分岐され、長さ $l_1$ の異なる二つの経路(長さ $l_1$ および $l_2$ )の光導波路を通過して、方向性結合器22により合波されると、合波される際に干渉が起ころので、経路長さ $l_1$ および $l_2$ により伝播位相差に依存して端子cまたは端子dにその出力信号が送出される。伝播位相差は波長に依存するから端子cと端子dのいずれに出力されるかは波長に依存することになる。

【0020】図4はこの性質を説明する図であって、横軸に波長をとり縦軸に透過率をとると、端子aから端子

cへの透過率は実線で表すようになる。端子bから端子dへの透過率も等しく実線のとおりである。端子aから端子d、または端子bから端子cへの透過率は破線のとおりになる。図4に示す波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ にそれぞれの方向の波長を選ぶと、本発明の装置を実現することができる。

【0021】図5は光合分波器の別の構成例であって、単なる方向性結合器を用いた例である。この例では、二つの導波路が隣接して形成され、端子aからの光信号が隣接部で周期的に他方の導波路に乗り移りあるいは戻るように構成される。この隣接部の導波路間隔および長さが適当であると、ある波長の光は端子cへ、別の波長の光は端子dへ、さらに別の波長の光は端子bへ出力するように構成することができる。この光合分波器では波長の設定にあまり自由度がないので、利用する波長に制約を受けることになる。

【0022】上記説明では、下り方向の光信号については波長 $\lambda_1$ が一波であり、上り方向の光信号については波長 $\lambda_2$ が一波であるとしたが、図3または図5に示す光合分波器の構成では、波長の広い範囲にわたって図6に示すような透過率特性がある。これを利用して、図6に示すように波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ を設定すると、図7に示すように下り方向については波長 $\lambda_1, \lambda_3, \lambda_5, \dots$ を利用することができるし、上り方向については波長 $\lambda_2, \lambda_4, \lambda_6, \dots$ を利用することができる。このように構成すると、複数の波長について多重された双方向光信号を一つの増幅器で増幅することができる装置が得られる。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

一つの光導波路を用いて波長多重により双方向の光信号を伝送する光通信方式で、その中継増幅装置が一つの増幅器により実現することができる。本発明により、能動回路の数が小さくなるから発熱部品の数が少なくなり、装置信頼性を向上することができる。また、能動回路の数が小さいから、供給する電力も小さくなる。総じて経済的な装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例装置のブロック構成図。

【図2】本発明実施例装置に利用する光合分波器のブロック構成図。

【図3】本発明実施例装置に利用する光合分波器の一例を示す構成図。

【図4】本発明実施例装置に利用する光合分波器の特性の一例を示す図。

【図5】本発明実施例装置に利用する光合分波器の別の一例を示す構成図。

【図6】本発明実施例装置に利用する光合分波器の特性を波長の広い範囲にわたり示す図。

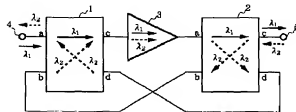
【図7】双方向の信号として複数の波長の異なる光信号を多重する場合の説明図。

【図8】従来例方式のブロック構成図。

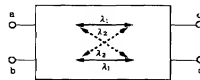
【符号の説明】

- 1、2 光合分波器
- 3 光増幅器
- 4 下部側伝送路に接続される端子
- 5 上部側伝送路に接続される端子
- 11、12 光フィルタ回路
- 13、14 光増幅器

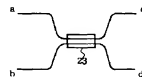
【図1】



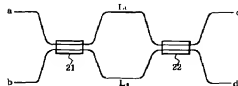
【図2】



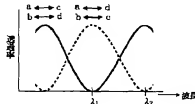
【図5】



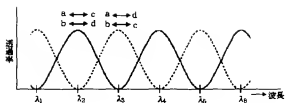
【図3】



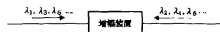
【図4】



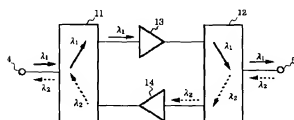
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

H 0 4 B 10/02

識別記号

片内整理番号

F 1

技術表示箇所

PAT-NO: JP407212316A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07212316 A  
TITLE: BI-DIRECTIONAL LIGHT AMPLIFIER  
PUBN-DATE: August 11, 1995

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
INOUE, YASUSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT> N/A

APPL-NO: JP06001763  
APPL-DATE: January 12, 1994

INT-CL (IPC): H04B010/17, H04B010/16 , H04B003/36 ,  
H04B010/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To utilize a light amplifier for a repeater performing a bi-directional optical transmission by assigning different wavelengths to an up signal and a down signal by using are optical waveguide and to make the amplifier to be provided on the repeater the one which is common in bi-direction.

CONSTITUTION: In the input circuit and the output circuit of a light amplifier 3, an optical signal route is formed by using each of four-terminal optical multiplexor and demultiplexer 1 and 2 perf-orming the multiplex and

demultiplex of routes which are different according to wavelengths. Thus, because an active circuit can be made one circuit at the inside of an repeater, the amplifier is miniaturized, power supply can be reduced and the amplifier is economized as a whole.

COPYRIGHT: (C) 1995, JPO